

Rec'd PCT/PTO 14 MAR 2005
PCT/DE 03/01999

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

10/527586

PT4



REC'D 08 SEP 2003	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 46 208.9

Anmeldetag: 04. Oktober 2002

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Einrichtung zur Unterdrückung von Druckwellen
an Speichereinspritzsystemen

IPC: F 02 M 55/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stremme

Stremme

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

R. 303662

04. Oktober 2002

5 Robert Bosch GmbH

Einrichtung zur Unterdrückung von Druckwellen an Speichereinspritzsystemen

10

Technisches Gebiet

15

20

Zur Versorgung von Brennräumen selbstzündender Verbrennungskraftmaschinen mit Kraftstoff können sowohl druckgesteuerte als auch hubgesteuerte Einspritzsysteme eingesetzt werden. Als Kraftstoffeinspritzsysteme kommen neben Pump-Düse-Einheiten, Pumpe-Leitung-Düse-Einheiten auch Speichereinspritzsysteme (Common rail) zum Einsatz. Speichereinspritzsysteme z. B. ermöglichen in vorteilhafter Weise, den Einspritzdruck Last und Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine anzupassen. Zur Erzielung hoher spezifischer Leistungen und zur Reduktion der Emissionen ist generell ein möglichst hoher Einspritzdruck erforderlich.

Stand der Technik

25

Aus Festigkeitsgründen ist das erreichbare Druckniveau bei heute eingesetzten Speichereinspritzsystemen (common rail) zur Zeit auf etwa 1800 bar begrenzt. Zur weiteren Drucksteigerung in Speichereinspritzsystemen kann an Common-Rail-Systemen ein Druckverstärker eingesetzt werden.

30

35

DE 199 10 970 A1 offenbart eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine zwischen einem Druckspeicherraum und einem Düsenraum angeordnete Übersetzungseinheit auf, deren Druckkammer über eine Druckleitung mit dem Düsenraum verbunden ist. Weiterhin ist eine am Druckspeicherraum angeschlossene Bypass-Leitung vorgesehen. Die Bypass-Leitung ist direkt mit der Druckleitung verbunden. Die Bypass-Leitung ist für eine Druckeinspritzung verwendbar und ist parallel zur Druckkammer angeordnet, so dass die Bypass-Leitung unabhängig von der Bewegung und Stellung eines verschieblichen Druckmittels der Druckübersetzungseinheit durchgängig ist. Diese Lösung offeriert die Möglichkeit einer dosierbaren Voreinspritzung mit geringen Toleranzen durch geringen, d. h. nicht übersetzten Einspritzdruck. Durch ein Umschalten

zwischen den Einspritzdrücken lassen sich eine flexible Nacheinspritzung oder mehrere Nacheinspritzungen bei hohem bzw. niedrigem Einspritzdruck realisieren.

5 Das Ansteuern eines Druckübersetzers erzeugt eine Druckschwingung in der Leitung zwischen dem Druckübersetzer und dem Hochdruckspeicherraum, die einen unerwünschten Druckverlauf des Einspritzdruckes hervorruft. Während der Einspritzung werden große Mengen Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher entnommen. Der sich ergebende Einspritz-
10 Druckverlauf ist durch ein ausgeprägtes Druckmaximum mit einem anschließenden Druckabfall gegen Einspritzende hin charakterisiert. Dieser Einspritz-Druckverlauf führt zu einer Verschlechterung der Emissionsergebnisse bei selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen und zu hohen Spitzenbelastungen der Bauteile. Die sich einstellende Druckerhöhung ist zeitlich begrenzt und reicht beispielsweise für die bei Nutzkraftfahrzeugen geforderten Einspritzzeiten nicht aus, so dass zum Einspritzende hin ein unerwünschter Druckabfall auftritt. Durch eine dem Hochdruckspeicherraum zugeordnete Drossel lässt sich die
15 Druckwelle während der Einspritzung zwar unterbinden, es entsteht jedoch ein Druckabfall an der Drossel, wodurch der erreichbare Einspritzdruck und der Wirkungsgrad des Kraftstoffeinspritzsystems verringert werden.

Darstellung der Erfindung

20 Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ausgleichseinrichtung zwischen einem Hochdruckspeicherraum und einem Kraftstoffinjektor können die bei der Entnahme von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicherraum auftretenden Druckschwingungen reduziert werden. Die Ausgleichseinrichtung löscht eine Druckschwindung, die zu Beginn eines Einspritz-
25 vorganges auftritt, aus und verhindert einen Druckabfall während der Einspritzung und in auf die Einspritzung folgenden Einspritzphasen. Der Einspritzdruck und der Systemwirkungsgrad des Kraftstoffeinspritzsystems werden durch die Ausgleichseinrichtung nicht beeinträchtigt. Bei der Ansteuerung eines Druckübersetzers eines Kraftstoffinjektors oder eines Kraftstoffinjektors, entsteht durch die abrupte Mengenenentnahme eine Unterdruck-
30 welle, die vom Kraftstoffinjektor bzw. Druckübersetzer über die Leitung zum Hochdruckspeicherraum läuft. Die Unterdruckwelle wird am hochdruckspeicherseitigen Ende der Leitung als Überdruckwelle reflektiert, die zur Erhöhung des Einspritzdruckniveaus am Kraftstoffinjektor genutzt werden kann. Diese Drucküberhöhung ist jedoch zeitlich begrenzt und nimmt gegen Ende der Einspritzphase ab. Der Druckabfall gegen Ende der Ein-
35 spritzphase führt insbesondere bei in Nutzfahrzeugen eingesetzten selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen aufgrund der längeren Einspritzzeit zu einer erheblichen Verschlechterung der Emissionsergebnisse.

Mit der Ausgleichseinrichtung, die im Leitungssystem zwischen dem Hochdruckspeicherraum (Common rail) und dem Kraftstoffinjektor -, sei er mit, sei er ohne Druckübersetzer ausgeführt - aufgenommen ist, kann die Druckschwingung abgebaut werden, jedoch ebenfalls ein Druckabfall gegen Ende der Einspritzphase bzw. zu Beginn der Folgeeinspritzungen vermieden werden. Die wird dadurch erreicht, dass bei Einspritzbeginn eine gedrosselte Verbindung zwischen der Hochdruckleitung und dem Kraftstoffinjektor besteht, die zum Abbau der Druckschwingungen dient und nach einer Verzögerungszeit, die zum Abbau der Druckschwingung erforderlich ist, eine ungedrosselte Verbindung zwischen dem Hochdruckspeicherraum und dem Kraftstoffinjektor bzw. dem Druckübersetzer des Kraftstoffinjektors freigegeben wird. Damit steht in der Einspritzphase nach Abbau der Druckschwingung der am Hochdruckspeicherraum anstehende hohe Kraftstoffdruck am Kraftstoffinjektor bzw. am Druckübersetzer des Kraftstoffinjektors an. Somit lassen sich sowohl Spitzenbelastungen der Bauteile hinsichtlich der bei Druckschwingungen auftretenden Spannungen vermeiden als auch ein Druckabfall gegen Ende der Einspritzphase bzw. zu Beginn von Folgeeinspritzungen unterbinden, was die Emissionsergebnisse selbstzündender Verbrennungskraftmaschinen sehr günstig beeinflusst. Der Drosselquerschnitt zwischen Leitung und Hochdruckquelle bzw. Hochdruckspeicher wird so ausgelegt, dass keine oder lediglich eine geringe Reflektion der Unterdruckwelle am Leitungsende erfolgt.

Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

Es zeigt:

Figur 1 eine erste Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ausgleichseinrichtung mit ausserhalb eines Ausgleichselementes angeordneter Drosselstellen und

Figur 2 eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ausgleichseinrichtung, bei der Drosselstellen in das Ausgleichselement integriert sind.

Ausführungsvarianten

Figur 1 ist eine erste Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ausgleichseinrichtung zu entnehmen, bei der die Drosselstellen ausserhalb der Ausgleichseinrichtung angeordnet sind.

Gemäß des in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispieles der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinrichtung, umfasst ein Kraftstoffeinspritzsystem 1 einen Kraftstofftank 2, welcher mit Kraftstoff 3 befüllt ist. Aus dem Kraftstofftank 2 wird der Kraftstoff 3 über eine Kraftstoffpumpe 4 gefördert. Der Kraftstoff 3 tritt in die Kraftstoffpumpe 4 auf einer Niederdruckseite 5 ein und verlässt die Kraftstoffpumpe 4 auf einer Hochdruckseite 6. Der Kraftstoff 3 wird durch die Kraftstoffpumpe 4 einem Hochdruckspeicherraum 7 (Common rail) zugeführt, in welchem Kraftstoffdrücke bis 1600 bar herrschen. An der Aussenseite des Hochdruckspeicherraumes 7 sind in der der Zylinderzahl der mit Kraftstoff zu versorgenden selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine entsprechender Anzahl Hochdruckleitungsanschlüsse 8 angeordnet. Über jeden der in Figur 1 schematisch angedeuteten Hochdruckanschlüsse 8 wird einer Hochdruckleitung 27, die sich vom Hochdruckspeicherraum 7 zu einem Druckübersetzer 30 bzw. einem Kraftstoffinjektor 40 erstreckt, unter hohem Druck stehender Kraftstoff zugeführt.

Wenn gleich nachfolgend Ausführungsvarianten der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ausgleichseinrichtung beschrieben werden, die an Kraftstoffinjektoren 40 mit einem Druckübersetzer 30 eingesetzt werden, kann die nachfolgend detaillierter beschriebene Ausgleichseinrichtung auch an solchen Kraftstoffinjektoren eingesetzt werden, die keine Druckübersetzer umfassen. Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Ausgleichseinrichtung wird an Kraftstoffinjektoren mit Druckübersetzer 30 eingesetzt, bei denen und der Einspritzung ein besonders hoher Kraftstoffvolumenstrom aus dem Speicher auftritt. Hingegen ist der Einsatz der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ausgleichseinrichtung auch an Kraftstoffinjektoren ohne Druckübersetzer möglich, welche große Einspritzmengen darstellen.

In die Hochdruckleitung 27, welche sich von einem jeden Hochdruckleitungsanschluss 8 des Hochdruckspeicherraumes 7 zum Kraftstoffinjektor 40 bzw. zu einem Kraftstoffinjektor mit zugeordnetem Druckübersetzer 30 erstreckt, ist eine erfindungsgemäß vorgeschlagene Ausgleichseinrichtung 9 integriert. Gemäß des in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispieles einer Ausgleichseinrichtung 9, umfasst die Ausgleichseinrichtung 9 ein Gehäuse 28. Innerhalb des Gehäuses 28 ist ein kolbenförmig ausgebildetes Ausgleichselement 11 bewegbar angeordnet. An diesem sind eine erste Stirnseite 13 und eine zweite Stirnseite 14 ausgebildet. Das kolbenförmig ausgebildete Ausgleichselement 11 ist durch eine innerhalb des Gehäuses 28, die zweite Stirnseite 14 des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselement 11 beaufschlagende Vorspannfeder 15 vorgespannt. Die Vorspannfeder 15 stützt sich an der der zweiten Stirnseite 14 gegenüberliegenden Stirnseite des Gehäuses 28 ab. Im Bereich dieser Stirnseite kann ein Anschlagelement für die zweite Stirnseite 14 des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselements 11 angeordnet sein. Die Vorspannfeder 15 ist

innerhalb eines Rückraumes 29 des Gehäuses 28 aufgenommen. Dem Rückraum 29 des Gehäuses 28 ist eine ausserhalb des Gehäuses 28 angeordnete weitere, zweite Drosselstelle 20 zugeordnet, die in die Hochdruckleitung 27 mündet. Darüber hinaus ist in der Hochdruckleitung 27 zwischen dem Hochdruckspeicherraum 7 und dem Druckübersetzer 30 eine erste Drosselstelle 19, ebenfalls ausserhalb des Gehäuses 28 liegend, angeordnet.

Die in der Hochdruckleitung 27 zwischen dem Hochdruckspeicherraum 7 und dem Druckübersetzer 30 liegende erste Drosselstelle 19 ist einem Ausgleichsraum 10 der Ausgleichseinrichtung 9 parallel geschaltet. Der Ausgleichsraum 10 wird über einen von der Hochdruckleitung 27 abzweigenden Leitungsabschnitt mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff befüllt, der an einem Einlass 16 in den Ausgleichsraum 10 eintritt. Innerhalb des Ausgleichsraumes 10 ist ein Anschlag 12 für die erste Stirnseite 13 des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselementes 11 aufgenommen. Der Anschlag 12 kann beispielsweise als ein in die Wandung des Gehäuses 28 eingelassener Ring oder dergleichen ausgebildet sein. Der Ausgleichsraum 10 der Ausgleichseinrichtung 9 wird demnach von der ersten Stirnseite 13 des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselementes 11 und der den Einlass 16 aufnehmenden Stirnseite des Gehäuses 28 begrenzt.

Die Ausgleichseinrichtung 9 gemäß des Ausführungsbeispieles in Figur 1 umfasst einen Auslass 17, der sich zwischen dem Gehäuse 28 und der Hochdruckleitung 27 zum Druckübersetzer 30 bzw. zum Kraftstoffinjektor 40 erstreckt. Der Auslass 17 ist als Schieber 21 ausgebildet, über welchen eine Schieberöffnung 23 freigegeben bzw. verschlossen werden kann. Nach Überwindung eines mit Bezugszeichen 18 gekennzeichneten Hubweges gibt das Ausgleichselement 11, welches innerhalb des Gehäuses 28 angeordnet ist, die Schieberöffnung 23 teilweise oder vollständig, je nach Druckentlastung des Rückraumes 29, frei und stellt somit eine ungedrosselte Verbindung zwischen dem Hochdruckspeicherraum 7 und dem Druckübersetzer 30 bzw. den Kraftstoffinjektor 40 her, wie nachfolgend noch eingehend erläutert wird.

Der in der Hochdruckleitung 27 aufgenommenen ersten Drosselstelle 19 sowie dem Auslass 17 nachgeschaltet, kann die Ausgleichseinrichtung 9 eine Drosselstrecke, die mit Bezugszeichen 22 gekennzeichnet ist, umfassen. Entsprechend des in Fig. 1 dargestellten Pfeiles strömt der im Hochdruckspeicherraum 7 gespeicherte, unter hohem Druck stehende Kraftstoff von der Ausgleichseinrichtung 9 über die Hochdruckleitung 27 einen Druckübersetzer 30 zu. Der Druckübersetzer 30 umfasst ein federbeaufschlagtes, kolbenförmig ausgebildetes Übersetzungselement 31. Das kolbenförmig ausgebildete Übersetzungselement 31 beaufschlagt einen Hochdruckraum 34. Der Druckübersetzer 30 umfasst darüber hinaus einen mit Bezugszeichen 32 identifizierten Arbeitsraum 32 und einen Rückraum 33. Dem Rück-

raum 33 des Druckübersetzers 30 ist eine Rückraum-Drossel 36 vorgeschaltet. Dem Druckübersetzer 30, der über ein beispielsweise als Magnetventil ausbildbares 2/2-Wege-Ventil betätigbar ist, ist eine Bypass-Leitung 37 parallel geschaltet, die ein Rückschlagventil 38 umfasst. Die Betätigung des Druckübersetzers 30 erfolgt durch eine Druckentlastung des Rückraumes 33 des Druckübersetzers 30 bei Schalten des 2/2-Wege-Ventils 35. Wird dieses mit einem Rücklauf 52 verbunden, der in den Kraftstofftank 2 mündet, strömt aus dem Rückraum 33, in welchem um das kolbenförmig ausgebildete Übersetzungselement 31 beaufschlagendes Federelement angeordnet sein kann, aus diesem in den Rücklauf 52 ab. Daraufhin fährt das kolbenförmig ausgebildete Übersetzungselement 31 in den Hochdruckraum 34 ein. Dadurch wird Kraftstoff in eine weitere Druckleitung 39 gepumpt, die im Bereich des Kraftstoffinjektors 40 in einen Düsenzulauf 49 übergeht. Das durch den Druckübersetzer 30 in dessen Hochdruckraum 34 erzeugte Druckniveau übersteigt das Druckniveau, welches innerhalb des Hochdruckspeicherraumes 7 herrscht, der durch die Kraftstoffpumpe 4 beaufschlagt ist.

Ein Rückströmen des aus dem Hochdruckraum 34 in die weitere Hochdruckleitung 39 abströmenden Kraftstoffes über die Hochdruckleitung 27 zum Hochdruckspeicherraum 7 wird durch das in der Bypass-Leitung 37 enthaltende Rückschlagventil 38 verhindert. Über die weitere Hochdruckleitung 39 steht der Kraftstoff, dessen Druck entsprechend des Druckübersetzerverhältnisses des Druckübersetzers 30 erhöht ist, sowohl über eine Zulaufdrossel 42 in einem Steuerraum 41 als auch in einem Düsenraum 48 des Kraftstoffinjektors 40 an. Der Steuerraum 41, über welchen die Bewegung eines Einspritzventilgliedes 44 des Kraftstoffinjektors 40 gesteuert wird, ist über eine Ablaufdrossel 43 druckentlastbar, die ihrerseits über ein Schaltventil 45, welches ebenfalls als Magnetventil ausgebildet sein kann, mit dem Rücklauf 52 verbindbar ist. Die Ablaufdrossel 43 ist in der Darstellung gemäß Figur 1 schematisch angedeutet und kann beispielsweise durch ein in einen Ventilsitz gedrücktes Kugelelement gebildet werden, über welches ein Abströmen von Steuervolumen aus dem Steuerraum 41 gesteuert werden kann.

Der Kraftstoffinjektor 40 umfasst neben dem Steuerraum 41 einen Düsenfederraum 46, in welchem eine Düsenfeder 47 aufgenommen ist. Die Düsenfeder 47 stützt sich einerseits am Injektorkörper des Kraftstoffinjektors 40 und andererseits an einer Ringfläche des Einspritzventilgliedes 44 ab. Unterhalb des Düsenfederraumes 46 befindet sich der Düsenraum 48. Im Bereich des Düsenraumes 48 ist am Einspritzventilglied 44 - beispielsweise ausgebildet in Gestalt eine Düsennadel - eine Druckschulter ausgebildet. Über den Düsenraumzulauf 49, in welchen die weitere Hochdruckleitung 39 übergeht, wird unter erhöhtem Kraftstoffdruck stehender Kraftstoff in den Düsenraum 48 eingeleitet, der bei Druckentlastung des Steuerraumes 41 über die Ablaufdrossel 43 und die Wirksamkeit der hydraulischen

schen Fläche der Druckschulter eine Öffnungsbewegung des Einspritzventilgliedes 44 herbeiführt. Durch die Öffnungsbewegung des Einspritzventilgliedes 44 werden Einspritzöffnungen 50 freigegeben, die in einen mit Bezugszeichen 51 identifizierten Brennraum einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine münden, der hier jedoch nur schematisch angedeutet ist.

Die Funktionsweise der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ausgleichseinrichtung innerhalb der Hochdruckleitung 27 zwischen dem Hochdruckspeicherraum 7 (Common rail) und einem Druckübersetzer 30 des Kraftstoffinjektors 40 wird nachfolgend dargestellt:

Die Ansteuerung des Druckübersetzers 30 erfolgt über das 2/2-Wege-Ventil 35; die Ansteuerung des Kraftstoffinjektors 40 durch Betätigung des Schaltventils 45. Zur Sicherstellung eines erhöhten Kraftstoffdruckes, d. h. eines Kraftstoffdruckes, der überhalb dem im Hochdruckspeicherraum 7 herrschenden Kraftstoffniveau liegt, kann der Druckübersetzer 30 um eine geringfügige Zeitspanne vor dem Kraftstoffinjektor 40 in Bezug auf den Beginn der Einspritzung angesteuert werden. Beim Ansteuern des Druckübersetzers 30 entsteht in der Hochdruckleitung 27 zwischen dem Hochdruckspeicherraum 7 und dem Druckübersetzer 30 eine Unterdruckwelle, da schlagartig ein größeres Kraftstoffvolumen aus der Hochdruckleitung 27 abströmt. Eine Reflektion der sich bei Einspritzbeginn einstellenden Unterdruckwelle am dem Hochdruckspeicherraum 7 zugewandten Ende der Hochdruckleitung 27 wird durch die erste Drosselstelle 19, die gemäß des ersten Ausführungsbeispieles der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ausgleichseinrichtung 9 ausserhalb des Gehäuses 28 angeordnet ist, unterdrückt. Da jedoch die erste Drosselstelle 19 alleine zu einem unzulässig hohen Druckabfall während der Einspritzung führen würde, wird bei geschlossenem Schieber 21, an der Ausgleichseinrichtung 9 eine Druckdifferenz am kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselement 11 wirksam. Der Ausgleichsraum 10, über welchen die erste Stirnseite 13 des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselementes 11 beaufschlagt ist, ist der ersten Drosselstelle 19 parallel geschaltet. Aufgrund des Druckabfalls an der ersten Drosselstelle 19 und des über des am Einlass 16 anstehenden Druckes im Hochdruckspeicherraum 7 wird das kolbenförmig ausgebildete Ausgleichselement 11 entgegen der Wirkung der Vorspannfeder 15 in Öffnungsrichtung bewegt. Ist ein Hubweg 18 in Öffnungsrichtung überwunden, öffnet der Schieber 21, der durch das Gehäuse 28 und einen Kopfbereich des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselement 11 gebildet wird, wodurch eine Schieberöffnung 23 freigegeben wird. Die Öffnungsgeschwindigkeit des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselementes 11 wird durch den Querschnitt der ausserhalb des Rückraumes 29 angeordneten zweiten Drosselstelle 20 eingestellt. Durch die Dimensionierung der zweiten Drosselstelle 20 kann eine Verzögerung der Freigabe der Schieberöffnung 23 erreicht werden. Diese Verzögerungszeit wird so eingestellt, dass die

Reflektion der Unterdruckwelle vermieden wird. Ergibt das kolbenförmig ausgebildete Ausgleichselement 11 die Schieberöffnung 23 nach Überwinden des Hubweges 18 frei, ist ein größerer Strömungsquerschnitt zwischen der Hochdruckleitung 27 und dem Hochdruckspeicherraum 7 freigegeben. Aufgrunddessen tritt in nachfolgenden Einspritzphasen
5 kein Druckverlust an der ersten Drosselstelle 19 auf. Zur Stabilisierung der Öffnungsphase, d. h. der Ansprechphase des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselementes 11, kann die Ausgleichseinrichtung 9 eine Drosselstrecke 22 enthalten, die in Zuströmrichtung des Kraftstoffes in Bezug auf den Druckübersetzer 30, der ersten Drosselstelle 19 nachgeschaltet sein kann und entweder ausserhalb oder innerhalb der Ausgleichseinrichtung 9
10 ausgebildet werden kann. Demnach herrscht zu Beginn und unmittelbar nach der Einspritzung eine gedrosselte Verbindung zwischen der Hochdruckleitung 27 und dem Hochdruckspeicherraum 7 über die erste Drosselstelle 19 und nach einer durch die Dimensionierung der zweiten Drosselstelle 20 einstellbaren Verzögerungszeit, eine ungedrosselte Verbindung zwischen dem Hochdruckspeicherraum 7 und der Hochdruckleitung 27 zum Druck-
15 übersetzer 30 über die nunmehr in geöffneter Stellung stehende Schieberöffnung 23.

Figur 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ausgleichseinrichtung, bei der die Drosselstellen in das Ausgleichselement integriert sind. Gemäß des in Figur 2 wiedergegebenen Ausführungsbeispieles wird Kraftstoff 3 vom
20 Kraftstofftank 2 über die Kraftstoffpumpe 4 in den Hochdruckspeicherraum 7 befördert. Die Hochdruckseite der Kraftstoffpumpe 4 ist durch Bezugszeichen 6, die Niederdruckseite der Kraftstoffpumpe durch Bezugszeichen 5 gekennzeichnet. Am Hochdruckspeicherraum 7 sind mehrere Kraftstoffleitungsanschlüsse 8 vorgesehen, deren Anzahl der mit Kraftstoff zu versorgenden Räume 51 der Verbrennungskraftmaschine entspricht.

Im Unterschied zu dem in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel der vorgeschlagenen Ausgleichseinrichtung 9 sind gemäß des in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispieles die erste Drosselstelle 19 sowie die zweite Drosselstelle 20 in das kolbenförmig ausgebildete Ausgleichselement 11 integriert. Das kolbenförmig ausgebildete Ausgleichselement 11 weist eine erste Stirnseite 13 sowie eine zweite Stirnseite 14 auf. An der
30 zweiten Stirnseite 14 greift eine Vorspannfeder 15 an, die sich an der der zweiten Stirnseite 14 gegenüberliegenden Seite des Gehäuses 28 abstützt. Das Gehäuse 28 umschliesst das Ausgleichselement 11. Durch das Ausgleichselement 11 wird das Gehäuse 28 in den Ausgleichsraum 10 sowie den Rückraum 29 unterteilt. Im Ausgleichsraum 10 ist der ringförmig ausbildbare Anschlag für die erste Stirnseite 13 des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselement 11 eingelassen. Der Ausgleichsraum 10 wird am Einlass 16 unmittelbar
35 über den Hochdruckleitungsanschluss 8 des Hochdruckspeicherraumes 7 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt.

Das kolbenförmig ausgebildete Ausgleichselement 11 ist gemäß des in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiels von einem Kanal 24 durchzogen, innerhalb dessen die erste Drosselstelle 19 sowie die weitere, zweite Drosselstelle 20 ausgebildet sind. Der Kanal 24 stellt eine Strömungsverbindung zwischen dem Ausgleichsraum 10 und dem Rückraum 29 der Ausgleichseinrichtung 9 dar. Vom Kanal 24 ausgehend, erstreckt sich ein Abzweig 25, der in einem an der Umfangsfläche des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselement 11 ausgebildeten Ringraum 26 mündet. Die Erstreckung des Ringraumes 26 an der Umfangsfläche des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselementes 11 entspricht der axialen Erstreckung - in Bezug auf das Gehäuse 28 - der Schieberöffnung 23 am Gehäuse 28. Mit Bezugszeichen 18 ist der Hubweg bezeichnet, der zunächst vom kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselement 11 überwunden werden muss, bevor eine ungedrosselte Verbindung zwischen dem Hochdruckspeicherraum 7 und der Hochdruckleitung 27 geschaffen wird. Die Schieberöffnung 23 stellt den Auslass 17 des Gehäuses 28 der Ausgleichseinrichtung 9 dar.

Vom Auslass 17 erstreckt sich die Hochdruckleitung 27 zum Druckübersetzer 30. Über die Hochdruckleitung 27 wird die Rückraum-Drossel 36, die dem Druckübersetzer 30 zugeordnet ist, mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt, welcher über die Rückraum-Drossel 36 in den Rückraum 33 des Druckübersetzers 30 einströmt. Gleichzeitig ist der Arbeitsraum 32 des Druckübersetzers 30 ebenfalls mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt. Das kolbenförmig ausgebildete Übersetzungselement 31 beaufschlagt den Hochdruckraum 34 des Druckübersetzers 30. Eine Betätigung des Druckübersetzers 30 erfolgt durch Druckentlastung des Rückraumes 33 bei Betätigung des 2/2-Wege-Ventils 35, welches über einen Rücklauf 52 mit dem Kraftstofftank 2 in Verbindung steht. Dem Druckübersetzer 30 ist die Bypass-Leitung 37 parallel geschaltet, in der ein Rückschlagventil 38 aufgenommen ist.

Vom Hochdruckraum 34 des Druckübersetzers 30 erstreckt sich eine weitere Hochdruckleitung 39 zum Kraftstoffinjektor 40. Die weitere Hochdruckleitung 39 geht am brennraumseitigen Ende des Kraftstoffinjektors 40 in den Düsenraumzulauf 49 über. Über die weitere Hochdruckleitung 39 wird der Steuerraum 41 über die Zulaufdrossel 42 und der Düsenraum 48 unmittelbar mit Kraftstoff beaufschlagt, der unter einem – im Vergleich zum Druckniveau des Hochdruckspeicherraumes 7 – nochmals erhöhten Druck steht. Der unter nochmals erhöhten Druck stehende Kraftstoff strömt über die Zulaufdrossel 42 in den Steuerraum 41 ein, der über die Ablaufdrossel 43 druckentlastbar ist. Zur Druckentlastung des Steuerraumes 41 – und damit zur Betätigung des Einspritzventilgliedes 44 des Kraftstoffinjektors 40 erfolgt die Betätigung des Schaltventiles 45 der Ablaufdrossel 43, welches

als ein Magnetventil ausgebildet werden kann und über eine Rücklaufleitung 52 ebenfalls mit dem Kraftstofftank 2 des Kraftstoffeinspritzsystemes 1 verbunden ist.

5 Der Kraftstoffinjektor 40 umfasst darüber hinaus ein Düsenfederraum 46, in dem eine Düsenfeder 47 aufgenommen ist. Die Düsenfeder 47 stützt sich einerseits an eine Ringfläche des Einspritzventilgliedes 44 ab; andererseits liegt die Düsenfeder 47 an einer den Düsenfederraum 46 begrenzenden Ringfläche an. Der Düsenfederraum 46 weist ebenfalls eine Verbindung zum Rücklauf 52 auf.

10 Das Einspritzventilglied 44, welches durch die Druckentlastung des Steuerraumes 41 bei Betätigung des Schaltventiles 45 eine Hubbewegung ausführt, weist im Bereich des Düsenraumes 48 eine Druckschulter auf. Vom Düsenraum 48 erstreckt sich ein Ringspalt innerhalb des Injektorkörpers des Kraftstoffinjektors 40 zum brennraumseitigen Ende des Kraftstoffinjektors 40. Der Kraftstoff strömt über den Ringspalt Einspritzöffnungen 50 zu, über
15 welche der Kraftstoff beim Öffnen des Einspritzventilgliedes 44 in den Brennraum 51 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine eingespritzt wird.

Zur Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum 51 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine erfolgt eine Ansteuerung des Druckübersetzers 30 über das 2/2-Wege-Ventil
20 35, welches als Magnetventil ausgebildet werden kann. Dadurch erfolgt eine Druckentlastung des Rückraumes 33 des Druckübersetzers 30 in den Rücklauf 52. Das kolbenartig ausgebildete Übersetzungselement 31 des Druckübersetzers 30 fährt in den Hochdruckraum 34 ein. Parallel oder mit geringem zeitlichen Versatz zur Ansteuerung des 2/2-Wege-Ventiles 35 des Druckübersetzers 30 erfolgt eine Ansteuerung des Schaltventiles 45 zur
25 Druckentlastung des Steuerraumes 41 des Kraftstoffinjektors 40.

Beim Ansteuern des Druckübersetzers 30 entsteht eine Druckschwingung in der Hochdruckleitung 27 zwischen dem Druckübersetzer 30 und dem Hochdruckspeicherraum 7. Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Ausgleichseinrichtung 9 wird eine Reflexion der Unterdruckwelle an dem dem Hochdruckspeicherraum 7 (Common rail) zuweisenden
30 Ende der Hochdruckleitung 27 mittels der in das kolbenförmig ausgebildete Ausgleichselement 11 integrierten ersten Drosselstelle 19 unterdrückt. Bei angesteuerten Druckübersetzer 30 strömt Kraftstoff aus dem Ausgleichsraum 10 über die Drosselstelle 19, den Abzweig 25 in den Ringraum 26 in die Hochdruckleitung 27. Aufgrund des dabei auftretenden Druckabfalles an der Drossel 19 entsteht eine Druckdifferenz zwischen dem Ausgleichsraum 10 und dem Rückraum 29. Über den den Einlass 16 des Ausgleichsraumes 10 beaufschlagenden Hochdruckleitungsanschluss 8 des Hochdruckspeicherraumes 7 wirkt
35 das Druckniveau, welches innerhalb des Hochdruckspeicherraumes 7 herrscht, auf die erste

Stirnseite 13 des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselementes 11 ein. Der Schieber 21, gebildet durch den Kopfbereich des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselement 11 und die Wandung des Gehäuses 28 der Ausgleichseinrichtung 9 ist zunächst geschlossen. Aufgrund des höheren Druckes innerhalb des Ausgleichsraumes 10, welcher auf die erste
5 Stirnseite 13 des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselementes 11 wirkt, wird das kolbenförmig ausgebildete Ausgleichselement 11 in Öffnungsrichtung entgegen der Vorspannfeder 15 verschoben. Die Öffnungsgeschwindigkeit, mit welcher das kolbenförmig ausgebildete Ausgleichselement 11 sich innerhalb des Gehäuses 28 bewegt, wird durch die ebenfalls im Kanal 24 angeordnete zweite Drosselstelle 20 bestimmt. Nach Überwinden
10 des mit Bezugszeichen 18 gekennzeichneten Hubweges erfolgt eine Freigabe der Schieberöffnung 23, wodurch sich eine ungedrosselte Verbindung zwischen der Hochdruckleitung 27 zum Druckübersetzer 30 und dem Hochdruckspeicherraum 7 (Common-rail) einstellt. Die durch die Dimensionierung der zweiten Drosselstelle 20 innerhalb des kolbenförmig ausgebildeten Ausgleichselementes 11 steuerbare Öffnungsgeschwindigkeit des kolbenförmigen Ausgleichselementes 11 gestattet eine Herstellung einer ungedrosselten Verbin-
15 dung zwischen der Hochdruckleitung 27 und dem Hochdruckspeicherraum 7 erst, nachdem die Reflektion der Unterdruckwelle durch die erste Drosselstelle 19 ausgelöscht wurde. Aufgrund dessen tritt in den nachfolgenden Einspritzphasen kein Druckverlust an der ersten Drosselstelle 19 auf.

20 Auch mit dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ausgleichseinrichtung 9 wird bei Beginn einer Einspritzung eine gedrosselte Verbindung über die in das kolbenförmig ausgebildete Ausgleichselement 11 integrierte erste Drosselstellung 19 zwischen der Hochdruckleitung 27 und dem Hochdruckspeicher-
25 raum 27 hergestellt. Nach einer durch die Dimensionierung der zweiten Drosselstelle 20 einstellbaren Verzögerungszeit entsteht über die geöffneten Schieber 21, d. h. durch Freigabe der Schieberöffnung 23 im Gehäuse 28 eine ungedrosselte Verbindung zwischen dem Hochdruckspeicherraum 7 und der Hochdruckleitung 27 über den Ausgleichsraum 10, über welche der Druckübersetzer 30 des Kraftstoffinjektors 40 mit unter hohem Druck stehenden
30 Kraftstoff beaufschlagt wird.

Sowohl mit dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 als auch mit dem zweiten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 ist ein Abbau der Druckschwingung zu Beginn einer Einspritzung realisierbar, jedoch wird ein Druckabfall während der Einspritzung und in nach-
35 folgende Einspritzphasen verhindert, so dass der Einspritzdruck und der Systemwirkungsgrad nicht verschlechtert werden. Durch Einsatz der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ausgleichseinrichtung 9 lässt sich ein Einspritz-Druckverlauf erreichen, der im Vergleich zu bisherigen Einspritzdruckverläufen bei Kraftstoffinjektoren mit Druckübersetzer ohne

- Ausgleichseinrichtung 9, geglättete Druckmaxima aufweist und keinen unzulässigen Druckabfall gegen Ende der Einspritzung aufweist. Dadurch lassen sich einerseits die Emissionsergebnisse selbstzündender Verbrennungskraftmaschinen signifikant verbessern und die Lebensdauer der Komponenten des Kraftstoffeinspritzsystemes durch Herabsetzen der Spitzenbelastungen verlängern.
- 5

Bezugszeichenliste

	1	Kraftstoffeinspritzsystem
	2	Kraftstofftank
5	3	Kraftstoff
	4	Kraftstoffpumpe
	5	Niederdruckseite
	6	Hochdruckseite
	7	Hochdruckspeicherraum
10	8	Hochdruckleitungsanschluss
	9	Ausgleichseinrichtung
	10	Ausgleichsraum
	11	Kolbenförmiges Ausgleichselement
	12	Anschlag
15	13	Erste Stirnseite
	14	Zweite Stirnseite
	15	Vorspannfeder
	16	Einlass
	17	Auslass
20	18	Hubweg h_1
	19	Erste Drosselstelle (gedrosselte Verbindung)
	20	Zweite Drosselstelle
	21	Schieber (ungedrosselte Verbindung)
	22	Drosselstecke
25	23	Schieberöffnung
	24	Durchgangskanal
	25	Abzweig
	26	Ringraum
	27	Hochdruckleitung
30	28	Gehäuse
	29	Rückraum
	30	Druckübersetzer
	31	Kolben
	32	Arbeitsraum
35	33	Rückraum
	34	Hochdruckraum
	35	2/2-Wege-Ventil
	36	Rückraum-Drossel

-14-

- | | | |
|----|----|--------------------------------|
| | 37 | Bypass-Leitung |
| | 38 | Rückschlagventil |
| | 39 | Weitere Hochdruckleitung |
| | 40 | Kraftstoffinjektor |
| 5 | 41 | Steuerraum |
| | 42 | Zulaufdrossel |
| | 43 | Ablaufdrossel |
| | 44 | Einspritzventilglied |
| | 45 | Schaltventil für Ablaufdrossel |
| 10 | 46 | Düsenfederraum |
| | 47 | Düsenfeder |
| | 48 | Düsenraum |
| | 49 | Düsenraumzulauf |
| | 50 | Einspritzöffnung |
| 15 | 51 | Brennraum |
| | 52 | Rücklauf |

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einem Hochdruckspeicherraum (7), über welchen
5 mit einem ein Einspritzventilglied (44) des Kraftstoffinjektors (40) betätigenden Steu-
erraum (41) und einem das Einspritzventilglied (44) umgebenden Düsenraum (48),
wobei der Hochdruckspeicherraum (7) und der Kraftstoffinjektor (40) über eine Hoch-
druckleitung (8, 27) miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass in die
10 Hochdruckleitung (8, 27) zwischen dem Hochdruckspeicherraum (7) und dem Kraft-
stoffinjektor (40) eine Ausgleichseinrichtung (9) angeordnet ist, welche zwischen die-
sen entweder eine gedrosselte Verbindung (19) oder eine ungedrosselte Verbindung
(21) herstellt.
- 15 2. Kraftstoffeinspritzung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Aus-
gleichseinrichtung (9) ein innerhalb eines Gehäuses (28) verschiebbar angeordnetes
kolbenförmiges Ausgleichselement (11) umfasst.
- 20 3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das
Ausgleichselement (11) an einer seiner Stirnseiten (13, 14) von einer Vorspannfeder
beaufschlagt ist, welche das Ausgleichselement (11) an einen in dem Gehäuse der
Ausgleichseinrichtung (9) angeordneten Anschlag (12) anstellt.
- 25 4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das
Gehäuse (28) einen Einlass (16) umfasst, über den eine erste Stirnseite (13) des kol-
benförmigen Ausgleichselementes (11) mit dem im Hochdruckspeicherraum (7) herr-
schenden hohen Kraftstoffdruckniveau beaufschlagt ist.
- 30 5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass am
Gehäuse ein in die Hochdruckleitung (27) mündender Auslass (17) durch einen Schie-
ber (21) freigebbar ist, der nach Überwindung eines Hubweges (18) eine ungedrosselte
Verbindung zwischen dem Hochdruckspeicherraum (7) und der Hochdruckleitung (27)
freigibt.
- 35 6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die
Ausgleichseinrichtung (9) eine ausserhalb des Gehäuses (28) angeordnete, in die
Hochdruckleitung (27) integrierte erste Drosselstelle (19) und eine einem Rückraum
(29) im Gehäuse (28) zugeordnete, weitere zweite Drosselstelle (20) aufweist.

7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Drosselstelle (19) einem Druckraum (10) des Gehäuses (28) parallel geschaltet ist.
- 5 8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Drosselstelle (19) in der Hochdruckleitung (27) zwischen einem Abzweig zum Einlass (16) und dem Auslass (17) des Gehäuses (28) angeordnet ist.
- 10 9. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungsgeschwindigkeit des im Gehäuse (28) bewegbar aufgenommenen Ausgleichselementes (11) vom Drosselquerschnitt der dem Rückraum (29) nachgeschalteten zweiten Drosselstelle (20) abhängt.
- 15 10. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der ersten Drosselstelle (19) und dem Auslass (17) des Gehäuses (28) der Ausgleichseinrichtung eine Drosselstecke (22) nachgeschaltet ist.
- 20 11. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Drosselstelle (19), (20) in das Ausgleichselement (11) integriert ist.
- 25 12. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselstelle (19), (20) in einem das Ausgleichselement (11) durchziehenden Kanal (24) ausgebildet sind.
- 30 13. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Drosselstelle (19) an einer ersten Stirnseite (13) des Ausgleichselementes (11) mündet und mit einem Auslass (17) im Gehäuse (28) über einen Abzweig (25) in Verbindung steht.
- 35 14. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Abzweig (25) am Ausgleichselement (11) in einem Ringraum (26) mündet, dessen axiale Erstreckung denjenigen einer Schieberöffnung (23) am Auslass (17) des Gehäuses (28) entspricht.
15. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffinjektor (40) einen in diesen integrierten Druckübersetzer (30) umfasst.

-17-

16. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgleichseinrichtung (9) in der Hochdruckleitung (8, 27) zwischen dem Hochdruckspeicherraum (7) und dem Kraftstoffinjektor (40) am hochdruckspeicherseitigen Ende der Hochdruckleitung (8, 27) angeordnet ist.

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einem zwischen einem Hochdruckspeicherraum (8) und einem Düsenraum (48) angeordneten Druckübersetzer (30). Dessen Hochdruckraum (34) ist bei der Druckleitung (39, 49) mit einem Einspritzventilglied (44) eines Kraftstoffinjektors (40) betätigenden Steuerraum (41) und mit dem Düsenraum (48) verbunden. In einer Hochdruckleitung (8, 27) zwischen dem Hochdruckspeicherraum (7) und dem Kraftstoffinjektor (40) ist eine Ausgleichseinrichtung (9) angeordnet, welche zwischen dem Hochdruckspeicherraum (7) und dem Kraftstoffinjektor (40) eine gedrosselte Verbindung (19) oder eine ungedrosselte Verbindung (21) erstellt.

(Figur 1)

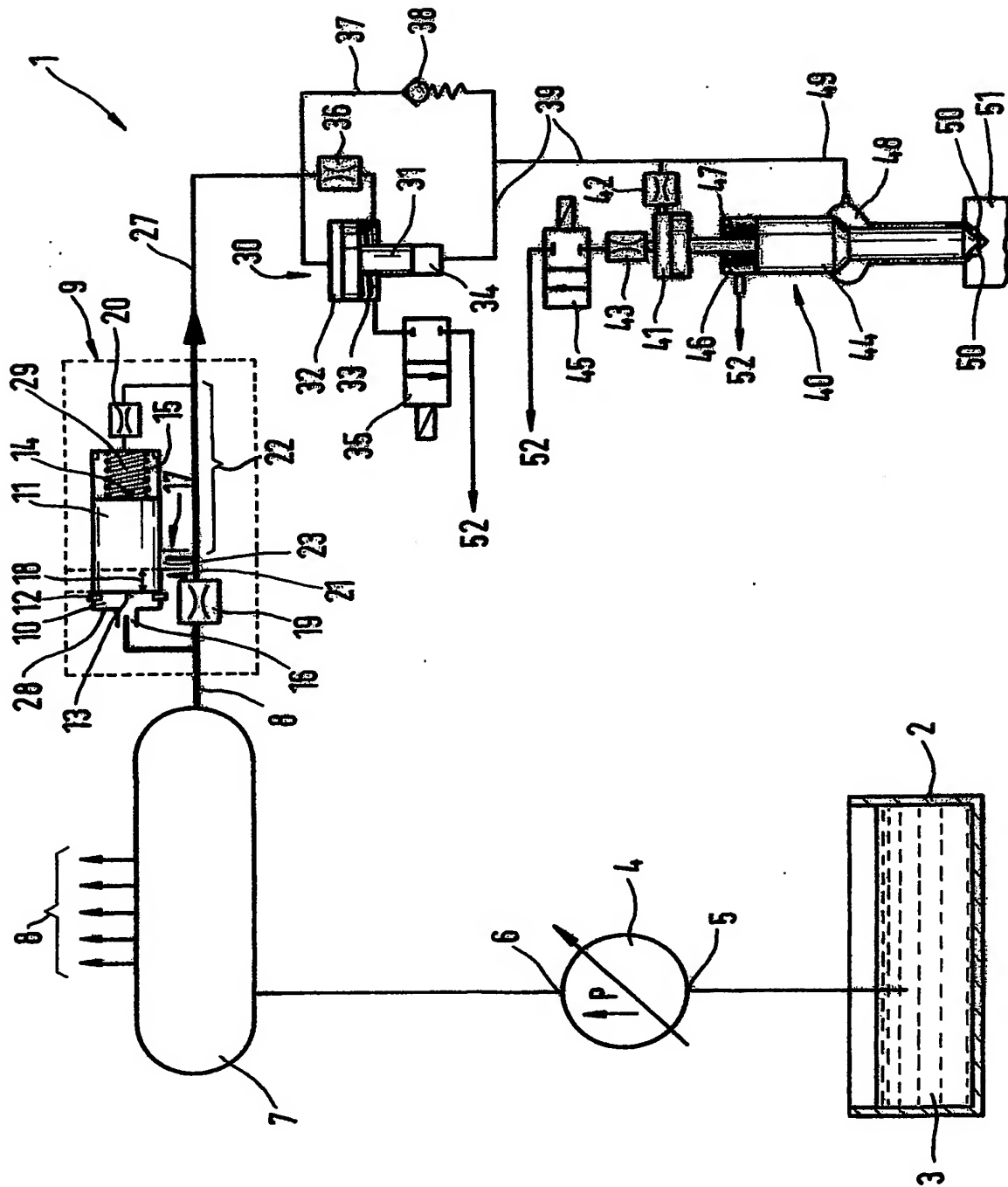


Fig.1

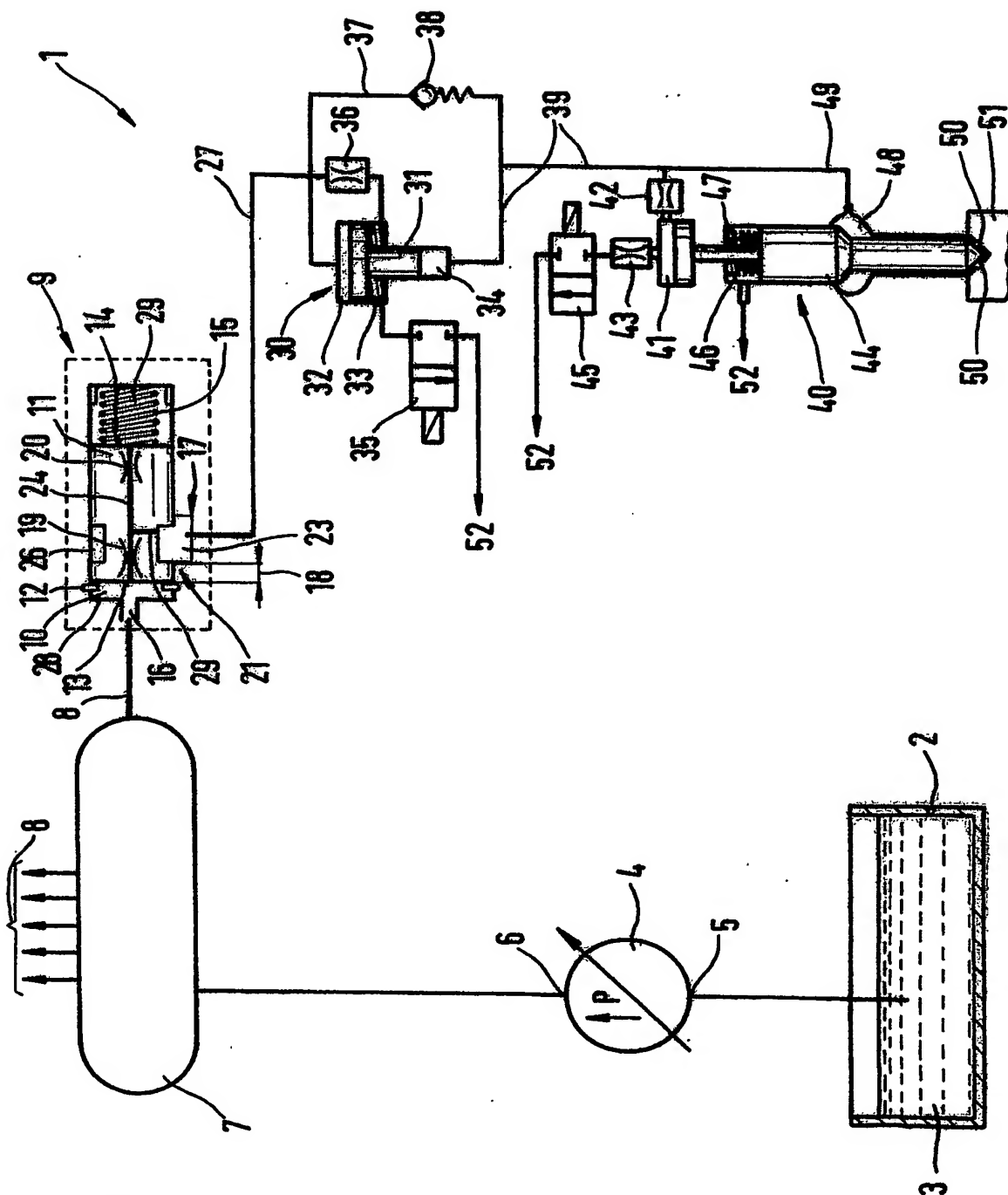


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.